

**Coordination of axle drives for automated sheet metal press - has flexible plate transport mechanism using free motion model and monitoring functions with built-in safety distances**

Patent Number: DE4121841  
Publication date: 1992-01-16  
Inventor(s): MUELLER MARKUS DR (DE)  
Applicant(s): ERFURT UMFORMTECHNIK GMBH (DE)  
Requested Patent: DE4121841  
Application Number: DE19914121841 19910702  
Priority Number(s): DD19900342648 19900710  
IPC Classification: B21D43/05; B30B15/30; G05B19/05  
EC Classification: B21D43/05, B30B15/26, B30B15/14D, G05B19/4061, G05B19/414P  
Equivalents: DD296451

---

**Abstract**

---

A method of coordinating axle drives for superimposed motion processes of flexible plate transport systems with individual drives to presses involves controlling each drive motion via corresp. control elements.

Starting times and guide functions for the axle drives are generated from a known free motion model. Monitoring displacement-time characteristics are generated with tolerance bands contg. the safety distances and used to control the axle drives. Fallback routines are generated in the form of speed-time procedures.

ADVANTAGE - Increased efficiency with maximum collision avoidance during superimposed movement of the press and automation system.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

0000716



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 21 841 A 1**

51 Int. Cl. 5:  
**B 30 B 15/30**  
B 21 D 43/05  
G 05 B 19/05

21 Aktenzeichen: P 41 21 841.8  
22 Anmeldetag: 2. 7. 91  
43 Offenlegungstag: 16. 1. 92

DE 41 21 841 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

10.07.90 DD WP B 30 B/342648

71 Anmelder:

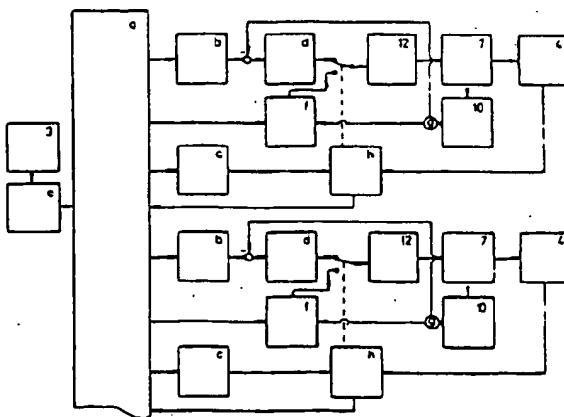
Umformtechnik Erfurt GmbH, O-5010 Erfurt, DE

72 Erfinder:

Müller, Markus, Dr., O-5091 Erfurt, DE

54 Verfahren und Anordnung zur Koordinierung von Achsantrieben für sich überlagernde Bewegungsabläufe von flexiblen Blechteiltransporteinrichtungen mit Eigenantrieb an Pressen

57 Für die Steigerung der Ausstoßleistung durch höchstmögliche kollisionsfreie Bewegungsüberlagerung von Presse und Automatisierungseinrichtung ist ein Verfahren und eine zugehörige Anordnung für die Koordinierung sich überlagernder Achsantriebe zu entwickeln, so daß durch Modifikation des Freigängigkeitsmodells ein an verschiedene Achskonfigurationen anpaßbares Steuerungssystem sich ständig selbständig an Veränderungen im Blechteiltransport anpaßt. Dafür ist eine "freie" Gestaltung des Bewegungsregims unter Beachtung geometrischer Restriktionen und die exakte Einhaltung vorgegebener Weg-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe notwendig.



DE 41 21 841 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung findet Anwendung im Automatisierungssystem von Blechteiltransporteinrichtungen mit Eigenantrieben an Pressen.

Nach der DE-OS 34 25 066 ist eine Steuerschaltung mit Mikrorechner für eine Transfereinrichtung mit zwei oder drei Bewegungsachsen bekannt, die Einrichtungen besitzt, um die die Hübe festlegenden Signale getrennt von der Preßbewegung zu erzeugen, wo mit einer Pressensteuereinrichtung, die aufgrund der Ausgänge der signalerzeugenden Einrichtungen Pressenstart- und -stopfbefehle zu entsprechenden Zeitpunkten liefert, welche zumindest die Längsbewegung der Transfereinrichtung nicht stören, um intermittierend Preßvorgänge zu bewirken. Neben der abwechselnd intermittierenden Arbeitsweise von Presse und Transfervorrichtung ist es auch möglich, daß die Transfervorrichtung kontinuierlich betrieben wird, während die Start- und Stoppvorgänge der Presse mit einer entsprechenden zeitlichen Steuerung bezüglich des Materialvorschubs durchgeführt werden. Ferner kann die Presse kontinuierlich betrieben werden, während der Materialvorschub mit einer entsprechenden zeitlichen Steuerung bezüglich der Pressenbewegungen intermittierend abläuft.

Diese Lösung beinhaltet zwar auch den technologisch wichtigen Einzelhub, dieser muß aber von außen angewählt werden und ergibt sich nicht aus den aktuellen Parametern beim Betreiben des Komplexes. Durch die Anwahl bestimmter Hubmuster ist die Flexibilität hinsichtlich der Verwendung verschiedenster Werkzeugsätze eingeschränkt.

Ein weiteres Verfahren zur Antriebssteuerung einer Presse und einer Transfereinrichtung ist nach DD 2 58 382 bekannt. Hier wird der Freigängigkeitswinkel der Presse für die Erzeugung der Start- und Stopfbefehle für die Transfereinrichtung unter hubzahl- und transferschrittweitenabhängiger Berechnung der minimal notwendigen Beschleunigung und Geschwindigkeit der Transport-, Schließ- und Hehebewegung genutzt. Dabei werden die Bewegungsparameter des Teiletransportes unter den aktuellen Bedingungen von Werkstück, Werkzeug, Presse und Hubzahl so optimiert, daß eine maximale Transport- und Ablagesicherheit bei gleichzeitig minimaler dynamischer Belastung der Automatisierungseinrichtung erreicht wird.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß die Bewegungsüberlagerung von Pressenstößel und Transfereinrichtung dadurch eingeschränkt ist, daß dafür lediglich die Start- und Stoppsignale der Transferbewegung herangezogen werden und deren Bewegungsabläufe hierbei nicht berücksichtigt werden.

Weiterhin läßt dieses Verfahren das gleichzeitige Betreiben zweier Blechteiltransporteinrichtungen in einem gemeinsamen Kollisionsgebiet aus oben genanntem Grund nicht zu.

Das EP 00 74 228 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung von Werkstückhandhabemechanismen, insbesondere von Feedereinrichtungen in Pressenlinien, in welchem die aktuellen Positionsstellensignale für die einzelnen Achsantriebe aus dem Soll-Istvergleich von Positions- und Geschwindigkeitssignalen innerhalb vorgegebener Zeitintervalle gewonnen werden, daraus Fehlersignale abgeleitet werden, die die Sollgeschwindigkeiten für die einzelnen Achsantriebe derart korrigieren, daß alle Achsen synchron und ohne sich gegenseitig zu beeinflussen in Abhängigkeit von der Pressenstößelbewegung gesteuert werden. Die Bewegungsabläufe

der Achsantriebe basieren auf einem 3-4-5-Polynom und sind als Folge von Positionen pro Zeitintervall, die in Beziehung zu der Bewegung des Pressenstößels stehen, abgespeichert. Um eine möglichst enge Bewegungsüberlagerung zwischen den Einrichtungen und dem Pressenstößel zu erzielen, werden die aktuellen Geschwindigkeitswerte aus den benachbarten Ist-Inkrementeständen der Wegmeßsysteme steuerungsintern ermittelt und bei der Stellgrößenausgabe berücksichtigt. Nachteilig bei diesem Verfahren ist wiederum die elektronische "starre" Zuordnung der Bewegungsbahn der Feedereinrichtungen zur Bewegung des Pressenstößels, was mit einer Einschränkung der Flexibilität hinsichtlich der Betriebsart der Presse und mit der Installation der erforderlich hohen Leistungsreserven der Achsantriebe zum "Ausregeln" von Positionsabweichungen verbunden ist.

Das Ziel der Erfindung ist die Steigerung der Pressenausstoßleistung durch höchstmögliche kollisionsfreie Bewegungsüberlagerung von Presse und Automatisierungseinrichtung.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine zugehörige Anordnung für die Koordinierung, sich in ihrer Bewegung überlagernder Achsantriebe zu entwickeln, so daß durch Modifikation des Freigängigkeitsmodells ein an verschiedene Achskonfigurationen anpaßbares Steuerungssystem sich ständig selbständig an Veränderungen im Blechteiltransport anpaßt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Koordinierung sich gegenseitig beeinflussender Achsbewegungen nicht wie bei CNC- und Industrierobotersteuerungen durch ständiges Ausregeln von Bahnabweichungen erfolgt, sondern durch zyklische Vorgabe von kompletten "Bahnkurven" (sogenannten "Fahraufträgen"), die dann selbständig von den einzelnen Achsantrieben ausgeführt werden.

Diese Fahraufträge werden so gestellt, daß der Antrieb von vornherein ihnen mit seiner Dynamik gerecht werden kann.

Unvorhersehbare Abweichungen werden durch Toleranzbänder "abgefangen" (Regelabweichungen, Parameterschwankungen). Sind diese Abweichungen zu groß (Toleranzbandüberschreitung) wird zentral festgestellt, ob diese zu kritischen Situationen führen (Kollisionsgefahr). Bei festgestellter Kollisionsgefahr werden situationsabhängig die entsprechenden Notroutinen eingeleitet, wobei das Risiko durch zusätzliche, zwangswirkende Sicherheitseinrichtungen abgedeckt wird.

Bei dieser Form der zentralen Koordination wird also ständig überprüft, ob Toleranzbänder überschritten werden, und erst dann in den Prozeß eingegriffen, wenn diese Überschreitungen erkannt sind.

Gleichzeitig werden alle relevanten Prozeßänderungen registriert (z. B. Schwankungen der Pressenhubzahl), die bei Nichtbeachtung zu Kollisionssituationen führen können. Diese Änderungen werden in den zyklisch neu erstellten Fahraufträgen berücksichtigt. Aus der Abschätzung des Änderungsvermögens innerhalb eines Zyklus resultieren die Sicherheitsabstände, die bei der Festlegung der Größe des Toleranzbandes mit eingehen. Das bedeutet im einzelnen, daß auf der Grundlage eines an sich bekannten Freigängigkeitsmodells die Generierung und Vorgabe von Startpunkten und von als Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe ausgebildeten Führungsfunktionen für die Achsantriebe erfolgt, dann die Generierung von Überwachungsfunktionen, welche aus Weg-Zeit-Verläufen mit jeweils einem die Sicherheits-

abstände beinhaltenden Toleranzband bestehen, und die Generierung der Notroutinen, welche als Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe ausgebildet sind, erfolgt. Stehen alle generierten Daten zur Verfügung, werden sie freigegeben, der Start der Bewegung eingeleitet und die Führungsfunktion abgearbeitet. Während der Bewegung werden die sich verändernden Prozeßdaten registriert und die Achsantriebe anhand der Überwachungsfunktionen kontrolliert. Anschließend erfolgt eine Korrektur der Startpunkte, Führungsfunktionen und Überwachungsfunktionen. Bei Registrierung kritischer Toleranzbandüberschreitungen werden dementsprechende Notroutinen ausgewählt und eingeleitet. Das verbleibende Restrisiko wird durch zusätzlich bei Kollisionsgefahr wirkende mechanische Sicherheitseinrichtungen vollständig abgedeckt. Die Anordnung zu diesem Verfahren setzt eine speicherprogrammierbare Steuerung voraus, deren Systembus erfindungsgemäß mit einer Achskoordinations- und Überwachungsbaugruppe gekoppelt ist, welche einerseits mit einem Meßsystem zum Erfassen des Kurbelwinkels und der Kurbelwellendrehzahl sowie mit je einem Meßsystem für die Achsantriebe gekoppelt ist und welche andererseits mit je einem Positioniermodul gekoppelt ist, wobei das Programmier- und Steuerterminal direkt mit der Achskoordinations- und Überwachungsbaugruppe und je einem Positioniermodul gekoppelt ist.

Die Eingabe der Basisdaten bzw. deren Korrektur wird über das Programmier- und Steuerterminal des Kommunikationscontrollers vorgenommen. Die Überwachungsbaugruppe beinhaltet ein für verschiedene Blechteiltransportaufgaben anpaßbares bzw. austauschbares Freigängigkeitsmodell, auf dessen Grundlage die konkrete Parametrierung erfolgt. Die aus dem Arbeitsprozeß abzuleitenden Daten für die Generierung der Führungs- und Überwachungsfunktionen werden aus den Prozeßdaten, welche über ein Meßsystem zum Erfassen des Kurbelwinkels und der Kurbelwellendrehzahl ermittelt werden, und dem Vergleich von der toleranzbehafteten Überwachungsfunktion mit dem Weg-Zeit-Verlauf des Achsantriebes erfaßt. Die der Dynamik des Achsantriebes angepaßte Führungsfunktion wird als Steuerungsfunktion dem Positioniermodul vorgegeben. Sie wird dann durch einen Regelkreis mit Regeleinrichtung, Stellglied, Achsantrieb, Wegmeßsystem und anschließender Differentiation der ermittelten Weg-Zeit-Verläufe durch ein Differentiationsglied, in eine stoß- und ruckfreie Bewegung umgesetzt. Mit Hilfe der Überwachungsfunktionen, die als Weg-Zeit-Verläufe durch formale Integration aus den Führungsgrößen (Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe) hervorgehen und durch ein die Sicherheitsabstände verkörperndes Toleranzband ergänzt werden, werden Gefahrenzustände erkennbar. Eine Toleranzbandüberschreitung wird dann als kritisch angesehen, wenn sich in Abhängigkeit von allen Stellungen der anderen am Gesamtbewegungsprozeß beteiligten Achsantriebe Kollisionsgefahren ergeben.

Es wird dann eine der Abschaltgeschwindigkeit angepaßte Notroutine ausgewählt und gegen die Führungsfunktion zwangsweise ausgetauscht. Andere am Bewegungsprozeß beteiligte Achsantriebe können ggf. zusätzlich beschleunigt werden.

Vorteilhafterweise wird aus Produktivitätsgründen bei der Generierung der Führungsfunktion das Leistungsvermögen der Achsantriebe mit berücksichtigt und ausgeschöpft. Da während des Laufes nicht korrigierend in den Bewegungsablauf eingegriffen wird, kön-

nen die sonst hohen erforderlichen Leistungsreserven eingespart werden.

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 Blockschaltbild zur Darstellung des Verfahrens.

Fig. 2 Strukturschaltbild zur Darstellung der Anordnung zur Durchführung des Verfahrens,

Fig. 3 Darstellung eines Komplexzyklus im Schaltbetrieb.

Da es nur in wenigen prozeßbedingten Situationen zu einer Kollision zwischen den Automatisierungseinrichtungen und dem Pressenstößel kommen kann, ist eine "freie" Gestaltung des Bewegungsregimes unter Beachtung geometrischer Restriktionen, die sich aus dem Umfahren von feststehenden und bewegten Hindernissen ergeben, möglich.

Um Zeitverluste zu vermeiden, wurden die Startzeitpunkte T2, T7, T9, T14, T16 der einzelnen Bewegungen so weit vorverlegt, daß gerade die eine Einrichtung den Kollisionsraum verlassen hat, wenn die andere in den Kollisionsraum eindringt. Bei der Feedertechnik wird das Eintauchen in den Kollisionsraum durch eine Hin- und Zurückbewegung mit Rastzeit zur Werkstückaufnahme realisiert.

Diese Vorgehensweise setzt die exakte Einhaltung vorgegebener Weg-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe voraus.

Diese, die Bewegungen der einzelnen Achsantriebe charakterisierenden kinematischen Funktionen sind an die jeweiligen Startzeitpunkte T2, T7, T9, T14, T16, "angekoppelt". Über diese Startzeitpunkte T2, T7, T9, T14, T16 erfolgt dann die koordinierte Freigabe der Achsbewegungen, die mittels eines Freigängigkeitsmodells realisiert wird.

Durch das Freigängigkeitsmodell a wird der konkrete Weg-Zeit-Verlauf in Form höherer Bewegungsgesetze (z. B. 3-4-5-Polynom) festgelegt und die Führungsfunktion b als Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf (dann als 2-3-4-Polynom) für den Achsantrieb 7 generiert. Die Führungsfunktionen b werden so ausgewählt, daß sie der Dynamik der Achsantriebe angepaßt sind und damit ein gutes Folgeverhalten und eine hohe Reproduzierbarkeit im Bewegungsablauf garantieren. Die Überwachungsfunktion c, welche als Weg-Zeit-Verlauf ausgebildet ist, wird erzeugt und die entsprechend freiwählbaren Sicherheitsabstände für den Bewegungsablauf mit einem Toleranzband umgeben.

Für die Vermeidung einer absehbaren Kollision werden Notroutinen f als Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe generiert.

Die generierten Daten werden gleichzeitig (in Form eines Fahrauftrages) dem Positioniermodul 5 übergeben, dann der Start der Bewegung eingeleitet und die Führungsfunktion b durch den Positioniermodul abgearbeitet. Der dafür notwendige Regelkreis besteht aus dem Positioniermodul 5 mit der Regeleinrichtung d, dem Stellglied 12, dem Achsantrieb 7 und dem Meßsystem 10 mit dem Differentiationsglied g. Die so gewonnenen Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe dienen zur Auswahl entsprechender Notroutinen f. Ein weiteres Meßsystem 4 erfaßt die Weg-Zeit-Verläufe des Achsantriebes 7, welche dann mit der Überwachungsfunktion c in der Toleranzbandüberwachung h auf Toleranzbandüberschreitung überwacht werden. Bei kritischer Toleranzbandüberschreitung, d. h. bei bestehender Kollisionsgefahr, werden die Notroutinen f aufgerufen und gleichzeitig die Abarbeitung der Führungsfunktionen b

abgebrochen.

Das verbleibende Restrisiko wird durch zusätzlich bei Kollisionsgefahr wirkende mechanische Sicherheitseinrichtungen vollständig abgedeckt.

Das notwendige Freigängigkeitsmodell a geht daher von folgenden Voraussetzungen aus:

- die Bewegungsabläufe aller am Werkstücktransportprozeß beteiligten Einrichtungen wurden auf die Bewegung des Pressenstößels bezogen und wiederholen sich zyklisch,
- die zu erwartenden Toleranzen und Abweichungen im Bewegungsablauf der Automatisierungstechnik werden durch Sicherheitsabstände berücksichtigt,
- die resultierenden Bewegungsbahnen der Achsen sind von den jeweiligen geometrischen Verhältnissen des Werkstücks, des Werkzeugs und der Umbauteile sowie von den Abmessungen der Presse und der Verkettungseinrichtungen abhängig,
- zur Ermittlung der Freigängigkeitsverhältnisse werden alle bewegten Einrichtungen durch rechtwinklige Polygonzüge angenähert,
- der Nachweis der Kollisionsfreiheit geschieht durch "Anhängen" der realen geometrischen Abmessungen der Automatisierungstechnik einschließlich des Blechteils an die ermittelten Bewegungsbahnen und der fortlaufenden Abstandsermittlung zu allen Hindernissen.

Die wenigen Freiheitsgrade des gesamten Bewegungszyklus ermöglichen es anhand ausgewählter fiktiver Kollisionssituationen, die durch Kollisionspunkte gekennzeichnet sind, die gefährlichen Prozeßzustände vollständig zu beschreiben.

Diese ergeben sich aus den zulässigen Grenzpositionen der Automatisierungseinrichtungen und des Pressenstößels zueinander, die sie bei polygonal umgrenzten Außenkonturen und bei noch kollisionsfreier gegenseitiger Annäherung einnehmen dürfen.

Die Kollisionspunkte werden aus

- der Geometrie des Blechteiles
- der Geometrie des Werkzeuges bzw. des Blechniederhalterstößels
- den Abmessungen der Sauger- und Greiferelemente und der Verkettungseinrichtungen
- den Sicherheitsabständen
- und den gegebenenfalls zu beachtenden Nachlaufwegen ermittelt

und sind von der jeweils vorherrschenden Betriebsart unabhängig.

Kollisionspunkte sind die Grenzpositionen, die die beteiligten Einrichtungen zuzüglich der Sicherheitsabstände bei folgenden fiktiven Kollisionssituationen haben dürfen:

- a) Einfahrbewegung der Entnahmeeinrichtung in den Kollisionsraum bei Hochgang des Pressenstößels,
- b) Entnahme des bearbeiteten Blechteils bei gleichzeitiger Zuführung des nächsten Werkstücks,
- c) Ausfahrbewegung der Zuführeinrichtung aus dem Kollisionsraum bei Niedergang des Pressenstößels.

Bei Kollisionsgefahr bezüglich des Kollisionspunktes

b) kann durch intelligente Reaktion ein Bremsen bzw. Beschleunigen der Kollisionspartner bzw. durch NOT-AUS-Schaltung eine Kollision verhindert werden.

Bei Kollisionsgefahr bezüglich der Kollisionspunkte von a) und c) sind oben genannte intelligente Reaktionen allein nicht mehr ausreichend. Hier müssen, um das große Risiko abzuwenden, zusätzliche, unabhängige und zwangswirkende Sicherheitsvorrichtungen vorgesehen werden.

Gemäß Fig. 3 wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der Aktionsfolge der einzelnen Achsbewegungen dargelegt. Dabei geben die Startpunkte jeweils den Beginn einer Bewegung an. Aus ihnen lassen sich unter Beachtung der jeweiligen Schaltverzögerungszeiten die Einschaltpunkte ermitteln.

1. Bewegen des Stößels bis zum Ankoppelzeitpunkt T1, wobei innerhalb dieser Phase der gesamte Zuführ- und Entnahmeprozess beginnt.
2. Einfahren der Entnahmeeinrichtung vom vorausberechneten Startzeitpunkt T2 aus bis zur zulässigen Position der Entnahmeeinrichtung vor Erreichen der Zielposition im Werkzeugraum.
3. Eindringen der Saugertraverse bis zum Ankoppelzeitpunkt T3 in den Kollisionsraum.
4. Start des Absenkens der Saugertraverse beginnend zum Ankoppelzeitpunkt T3.
5. Aufsetzen der Sauger auf das Blechteil bis zum Ankoppelzeitpunkt T4.
6. Vakuum herstellen mittels Zeitglied T5.
7. Anheben des Blechteils beginnend beim Ankoppelzeitpunkt T6.
8. Start der Ausfahrbewegung beginnend im Startzeitpunkt T7.
9. Entnahmeeinrichtung erreicht den Kollisionspunkt b) im Ankoppelzeitpunkt T8.
10. Zuführeinrichtung passiert den Kollisionspunkt b) im Ankoppelzeitpunkt T8, der Start erfolgt zum vorausberechneten Startzeitpunkt T9.
11. Erreichen der Zielposition der Zuführeinrichtung im Kollisionsraum zum Ankoppelzeitpunkt T10.
12. Start des Absenkens der Saugertraverse beginnend zum Ankoppelzeitpunkt T10.
13. Einlegen des Blechteils in das Werkzeug bis zum Ankoppelzeitpunkt T11.
14. Lösen der Sauger mittels Zeitglied T12.
15. Anheben der Saugertraverse beginnend beim Ankoppelzeitpunkt T13.
16. Start der Ausfahrbewegung zum Startzeitpunkt T14.
17. Verlassen des Kollisionsraumes bis zum Ankoppelzeitpunkt T15.
18. Fortführen des Niedergangs des Pressenstößels beginnend ab vorausberechneten Startzeitpunkt T16.

Besonderheiten:

- Alle Bewegungen sind zueinander wegabhängig (Kollisionspunkte), wobei die höchste Priorität die Bewegung des Pressenstößels besitzt, werden aber in einem gemeinsamen "Zeitaster" dargestellt.
- Eine rein analytische Darstellung der funktionalen Zusammenhänge ist bei zugrundegelegten höheren Bewegungsgesetzen, insbesondere Potenzgesetze, als Führungsgröße nicht mehr möglich, da Gleichungen entsprechenden Grades gelöst werden

den müssen. Ebenso liegt die Hubkurve des Pressenstößels bei mehrgliedrigen Hebelantrieben nur noch als "Punktmenge" und nicht mehr als Gleichung vor. In der Abfolge sind Zeitglieder T5, T12 vorhanden, die eine durchgängige Wegabhängigkeit nicht mehr gewährleisten.

— Es muß bei Bewegungen, die gleichzeitig ablaufen, der Startzeitpunkt T2, T7, T9, T14, T16 der "angekuppelten" Bewegung vorausberechnet werden können.

Aus diesen genannten Gründen wird die Zeit als gemeinsame Bezugsgröße gewählt, um die Ermittlung der Startzeitpunkte T2, T7, T9, T14, T16 durch entsprechende Algorithmen realisieren zu können.

Die Steuerungsstruktur ist in Fig. 2 am Beispiel SPS 7100 aufgebaut. Diese SPS mit Selbstüberwachung benötigt für die Steuerung der Zuführ- und Entnahmeeinrichtungen u. a. folgende Baugruppen:

- elektrisches Nockenschaltwerk 9, welches über ein Meßsystem 11 mit der Kurbelwelle verbunden ist.
- pro hydraulischen Achsantrieb 7 einen Positioniermodul 5 und ein Stellglied 12, welches als Proportional- oder Servoventilsteuereinheit ausgebildet ist
- digitale E/A Kartenbaugruppen
- die Achskoordinations- und Überwachungsbaugruppe 2, in der das Freigängigkeitsmodell a abgelegt ist und
- den intelligenten Kommunikationscontroller 8 mit dem Programmier- und Steuerterminal 6.

Mit dem Systembus 1 ist die Achskoordinierungs- und Überwachungsbaugruppe 2 gekoppelt, welche einerseits Prozeßdaten e mit einem Meßsystem 3 zum Erfassen des Kurbelwinkels und der Kurbelwellendrehzahl sowie mit je einem Meßsystem 4 für den Achsantrieb 7 gekoppelt ist und welche andererseits mit je einem Positioniermodul 5 gekoppelt ist, wobei das Programmier- und Steuerterminal 6 direkt mit der Achskoordinations- und Überwachungsbaugruppe 2 und je einem Positioniermodul 5 gekoppelt ist. Die Freigängigkeitsermittlung hinsichtlich der Bestimmung der Start- und Einschaltpunkte wird in der Achskoordinations- und Überwachungsbaugruppe 2 vorgenommen.

Dazu ist es erforderlich, daß

- zu Beginn eines vollständigen Bewegungszyklus die Startzeitpunkte T2, T7, T9, T14, T16 neu ermittelt werden, wenn die Pressenhubzahl nicht konstant ist;
- in dem Freigängigkeitsmodell a die maximal mögliche Abweichung der Hubzahl innerhalb eines Pressenhubes in Form von Sicherheitstoleranzen Beachtung findet;
- die Plausibilität des erstellten Bewegungsdiagramms durch eine verkürzte Freigängigkeitssimulation nachgewiesen wird.

Die Simulation der Freigängigkeit erfolgt durch "Anhängen" der Saugertraversen- und Werkstückgeometrie an die Führungsfunktion b der Achsbewegung, durch die schrittweise Änderung aller Achspositionen im einheitlichen Zeitraster und die ständige Abstandskontrolle zu den Hindernissen. Das setzt natürlich laufzeitoptimierte Algorithmen und entsprechend schnelle Hard-

ware voraus. Die Parametrierung und Eingabe der Generierdaten wird über das Programmier- und Steuerterminal 6 des Kommunikationscontrollers 8 vorgenommen.

5 Dazu gehören:

- bei der Erstinbetriebnahme zu vereinbarende Parameter wie
  - . Schaltverzögerungszeiten
  - . kinematische Grenzparameter der Achsantriebe 7
  - . Geometrie der Zuführ- und Entnahmeeinrichtungen und der Presse
  - . Hubkurve und Nachlaufwege der Presse
  - . minimal zulässige Sicherheitsabstände
- frei wählbare Parameter wie
  - . Zeitglieder T5, T12 zur Blechteilaufnahme und dessen Ablage
  - . Maximalwert der Geschwindigkeit und Beschleunigung, Art des Bewegungsgesetzes
  - . Betriebsart und Hubzahl der Presse im Einzelhub
  - . Geometrie des Werkstückes, des Werkzeuges und der Saugertraverse
  - . zugelassene Toleranzen im Bewegungsablauf
- und die aktuellen Einstellparameter der Presse.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Koordinierung von Achsantrieben für sich überlagernde Bewegungsabläufe von flexiblen Blechteiltransporteinrichtungen mit Eigenantrieb an Pressen, wobei die Achsantriebe jeweils durch entsprechende Stellglieder in ihrer Bewegung gesteuert werden, dadurch gekennzeichnet,

- daß auf der Grundlage eines an sich bekannten Freigängigkeitsmodells (a) jeweils die Generierung und Vorgabe von Startzeitpunkten (T2, T7, T9, T14, T16) und von, als Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe ausgebildeten Führungsfunktionen (b) für die Achsantriebe (7) erfolgt, dann die Generierung von Überwachungsfunktionen (c), welche als Weg-Zeit-Verläufe mit jeweils einem die Sicherheitsabstände beinhaltenden Toleranzband bestehen und die Generierung der Notroutinen (f), welche als Geschwindigkeits-Zeit-Verläufe ausgebildet sind, erfolgt,
- daß nachfolgend die Freigabe der generierten Daten erfolgt und daraus abgeleitet der Start der entsprechenden Bewegungen eingeleitet wird, dabei die sich ändernden Prozeßdaten (e) registriert werden und die Bewegungen der Achsantriebe entsprechend den zugehörigen Überwachungsfunktionen (c) kontrolliert werden.

2. Verfahren zur Koordinierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß mit Feststellung kritischer Toleranzbandüberschreitungen entsprechende Notroutinen (f) ausgewählt und eingeleitet werden.

3. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung, an deren Systembus ein intelligenter Kommunikationscontroller, ein Nockenschaltwerk und Positioniermodule gekoppelt sind, wobei der intelligente Kommunikationscontroller mit einem Program-

9  
 mier- und Steuerterminal gekoppelt ist, das Nok-  
 kenschaltwerk mit einem Meßsystem zum Erfassen  
 des Kurbelwinkels gekoppelt ist und jeder Positio-  
 niermodul mit einem Stellglied und einem Meßsys-  
 tem einen Regelkreis für je einen Achsantrieb bil- 5  
 det, dadurch gekennzeichnet,

– daß mit dem Systembus (1) eine Achskoor-  
 dinations- und Überwachungsbaugruppe (2)  
 gekoppelt ist, welche einerseits mit einem  
 Meßsystem (3) zum Erfassen des Kurbelwin- 10  
 kels und mit je einem Meßsystem (4) für den  
 Achsantrieb (7) gekoppelt ist und welche ande-  
 rerseits mit je einem Positioniermodul (5) ge-  
 koppelt ist und

– daß das Programmier- und Steuerterminal 15  
 (6) direkt mit der Achskordinations- und  
 Überwachungsbaugruppe (2) und je einem Po-  
 sitioniermodul (5) gekoppelt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

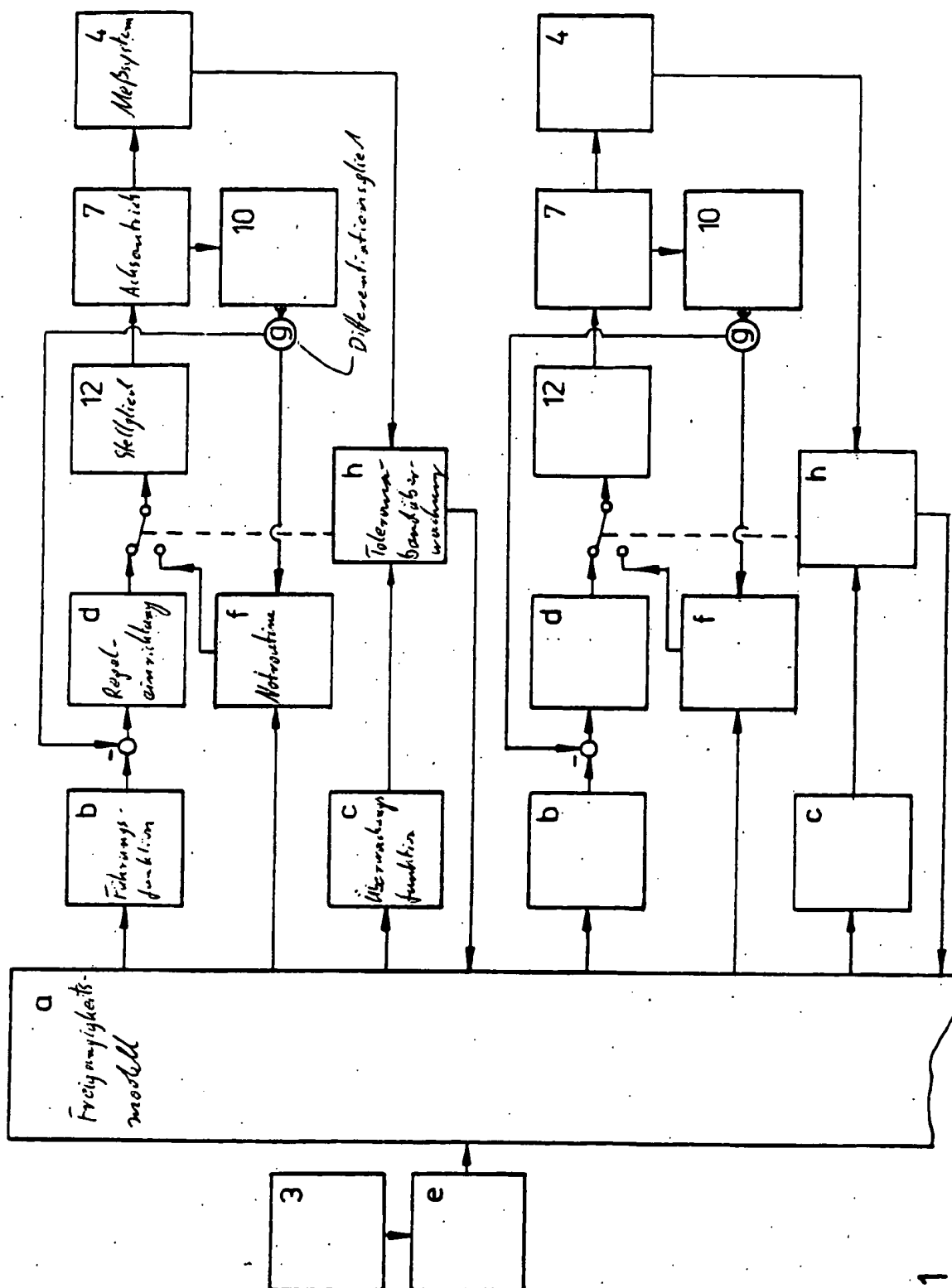
55

60

65

— Leerseite —





**Fig. 1**

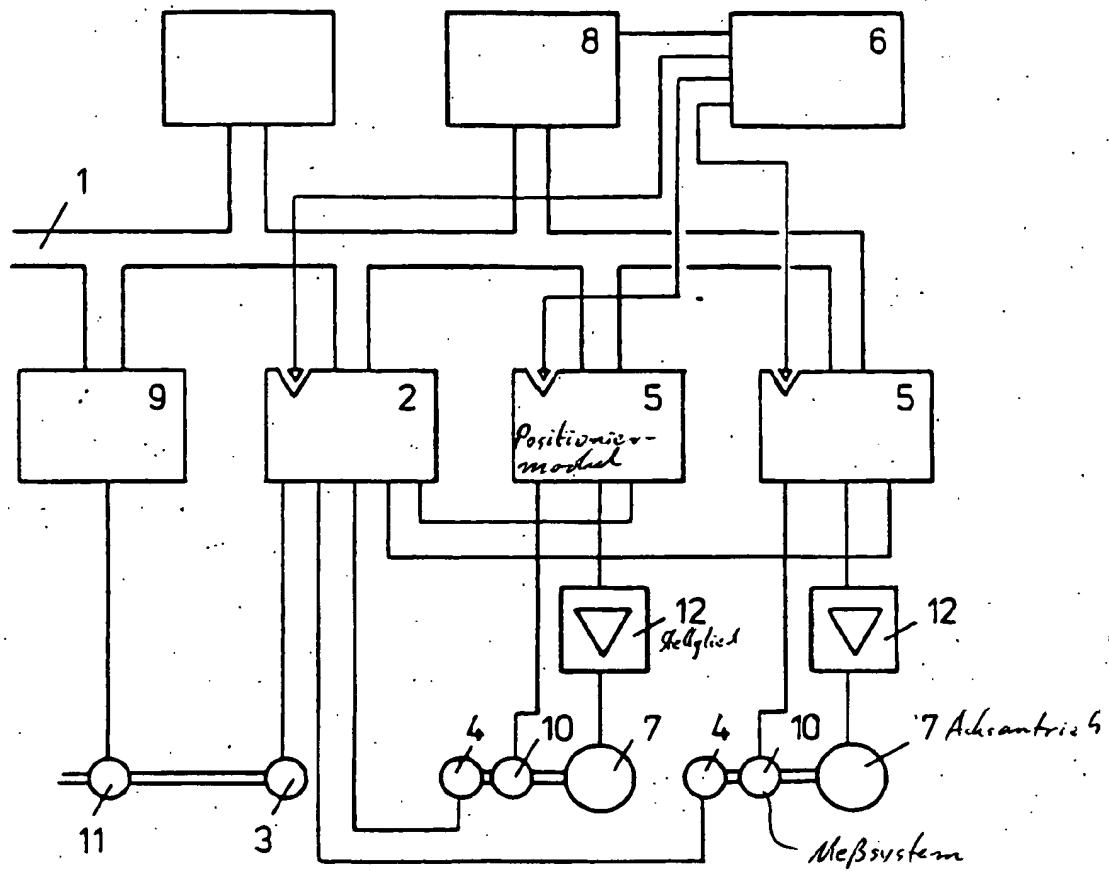


Fig. 2

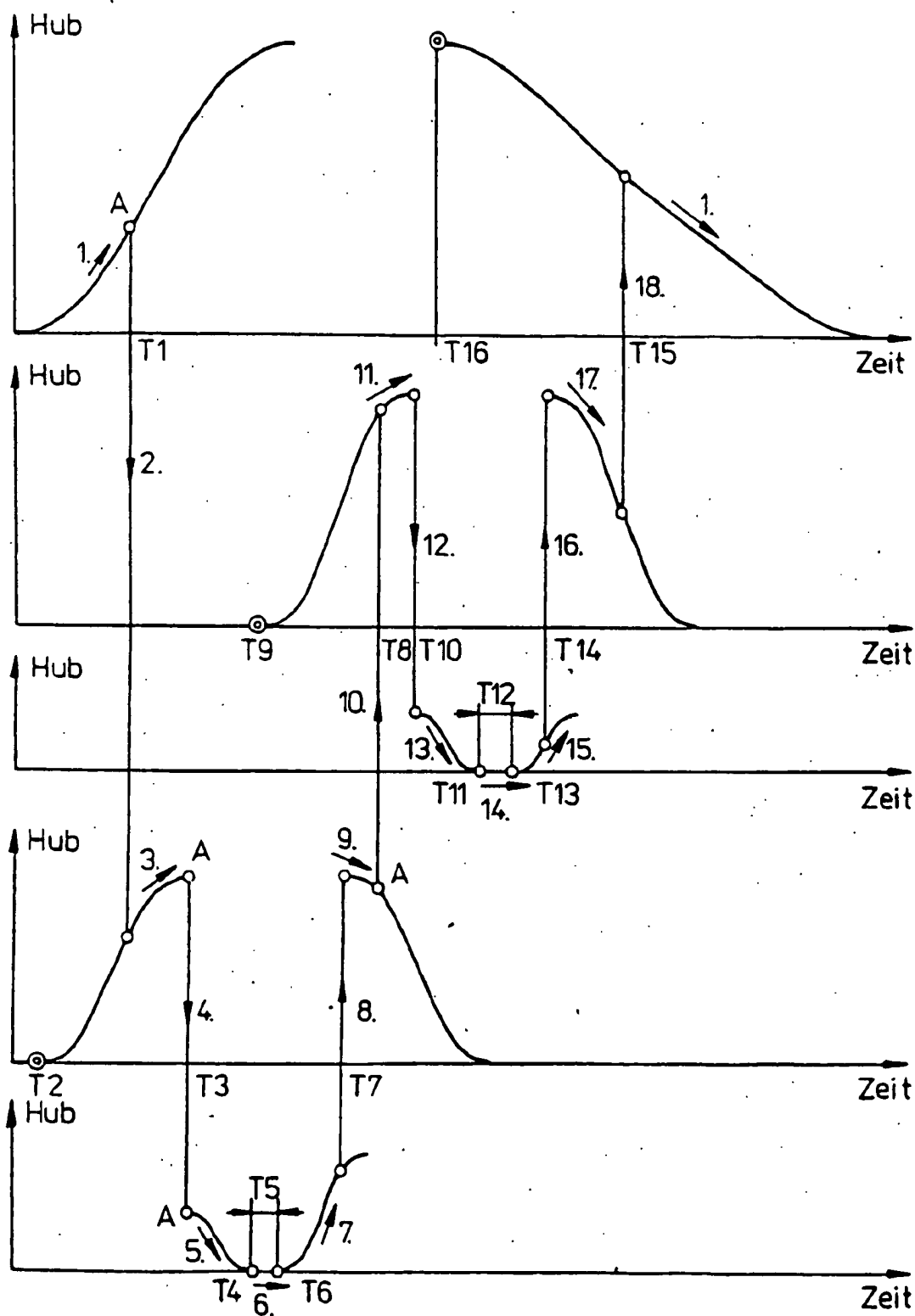



Fig. 3

NR.	Dokument	Bemerkungen
	<input type="checkbox"/> aus Recherchenbericht	
	<input type="checkbox"/> in der Beschreibungseinleitung genannt	
	<input checked="" type="checkbox"/> weiterer Stand der Technik	
1.	DE 41 21 841 A1	
	<input type="checkbox"/> im engen Zusammenhang stehende US-Anmeldungen	
Unterschrift des Patentingenieurs Bittner 		Datum 28.01.2003

# ENDEBLATT

**DRUCKAUFTRAGS-ID: 5506**

**Benutzer:** klkoch  
**Drucker:** gdHO6320  
**Job Beginn:** 26.11.2001 14:41  
**Job Ende:** 26.11.2001 14:41